

LES NÉMATODES

et le

FLÉTRISSEMENT DES COTONNIERS

dans le Sud-Ouest
de Madagascar

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 14 477

Cote : B 75

par

MICHEL LUC

Maître de Recherches O. R. S. T. O. M.

La culture du cotonnier est récente à Madagascar où elle constitue un sérieux espoir pour mettre en valeur le Sud-Ouest de la grande île, jusque là assez pauvre. Aussi lorsqu'en 1956 il apparut en deux régions distinctes (Tuléar et Bas-Mangoky), dans des cultures déjà éprouvées par des attaques d'insectes, un flétrissement ressemblant au « wilt », une des plus graves affections du cotonnier, s'alarmait-on à juste titre.

Les premières observations sur ce flétrissement furent faites par M. DELATTRE (1956); en relation avec le dessèchement progressif des feuilles et des parties aériennes, il observe dans certains cas des brúnissements radiculaires internes se prolongeant dans la tige, symptômes ressemblant à ceux caractéristiques du « wilt », dû à *Fusarium vasinfectum*. Toutefois, deux envois à M. le Pr. GUILLEMAT de cotonniers atteints de flétrissement ne permettent pas d'isoler *F. vasinfectum*, mais plusieurs autres espèces fusariennes ainsi que divers champignons secondaires. M. le Pr. GUILLEMAT (1956) conclut que « l'ensemble fusarien permet d'émettre l'hypothèse d'une attaque secondaire ».

Une mission composée de MM. BARAT, DADANT (phytopathologistes) et DIDIER DE SAINT-AMAND (pédologue), amène sur deux points des observations nouvelles. DADANT trouve dans les racines des cotonniers flétris d'Ankilimalinika des nématodes Tylenchidae qu'il ne retrouve pas sur les pieds sains : on croit donc tenir là la cause primaire de l'affection (BARAT, 1956). Deuxièmement, le flétrissement observé au Bas-Mangoky apparaît entièrement différent, non parasitaire (pas de nématodes) et vraisemblablement dû à une cause venant du sol même : alimentation en eau déficiente sur certaines portions de la zone des calans ou présence de sels toxiques sur des taches plus ou moins diffuses (DIDIER DE SAINT-AMAND, 1956).

Nos propres observations, effectuées au cours d'un séjour du 28 février au 4 avril 1957 (*), confirment ce dernier point de vue, et nous séparons immédiatement la « fanaïson » sévissant au Bas Mangoky du « flétrissement » de la région de Tuléar.

LA "FANAISON" DU BAS MANGOKY

A la station du Bas-Mangoky, les sols peuvent être très grossièrement divisés en deux catégories : d'une part les « sables roux », d'autre part les « alluvions grises » de la parcelle Plaisance (section III). C'est uniquement dans cette dernière partie de la station que l'on rencontre des pieds fanés. Au moment où nous sommes passé (6-9 mars), on pouvait observer des taches de végétation restreinte dont la superficie cumulée n'atteignait pas loin de 30 % de la superficie totale de la partie Sud de la section III. Ces taches, assez régulières de forme, de 10 à 40 m de diamètre, comprenaient des pieds de cotonnier plus petits que ceux les entourant; la taille diminuant de l'extérieur vers le centre, où souvent les pieds étaient morts. Ces cotonniers, très petits, sont desséchés, mais les feuilles pendantes restent vertes, comme si le dessèchement était survenu brutalement, le jaunissement n'apparaissant qu'ensuite, après la mort du plant. Si l'on examine le système racinaire, celui-ci est entièrement sec, léger, facilement friable, mais non pourri; aucune lésion ou trace de piqûres n'apparaissent. Des colorations à la fuchsine acide n'ont permis de déceler dans de tels appareils souterrains, ni champignon, ni nématode, sauf dans les racines visiblement mortes depuis un certain temps et en voie de désagrégation où de rares éléments mycéliens étaient présents. Une quinzaine d'analyses de sol prélevé au contact de ces plants malades n'a permis de déceler aucun nématode phytoparasite; tout au plus note-t-on la présence de *Aphelelchus avenae*, mais cette dernière espèce n'est qu'un parasite de faible qui attaque des cellules déjà lésées et fait normalement partie du cortège saprophagique. Aucune lésion au collet n'apparaît non plus. L'aspect de ces plants suggère une intoxication brusque ou une déficience subite de l'alimentation en eau. DIDIER DE SAINT-AMAND (1956) avait pensé expliquer le phénomène par des défauts de planage ou un mauvais tracé des billons et canaux; lors de son passage, en effet, les taches de déficience étaient surtout abondantes vers les diguettes séparant les calans, où l'eau d'irrigation arrive le plus difficilement; mais, depuis, des modifications au système d'irrigation ont été apportées et l'eau arrive normalement partout; de plus, au moins un tiers des taches observées étaient très éloignées des diguettes. L'irrigation ne semble donc pas actuellement devoir être mise en cause, mais bien la nature même du sol dans ces taches.

En effet, si dans les zones saines, en eau, on coupe transversalement un billon, on trouve un sol humide normal. Par contre, dans une tache à végétation réduite, même si celle-ci est en eau depuis plusieurs heures, lors d'une coupe transversale du billon, on trouvera un sol légèrement humide sur les premiers centimètres environ, puis ensuite très sec, coulant facilement dans les doigts, et ce jusqu'au niveau de l'eau. Cela suffit-il à expliquer le dessèchement? Faut-il également faire intervenir, comme le signale DIDIER DE SAINT-AMAND, le fait que « les sels solubles et les chlorures soient plus concentrés dans les zones malades où ils atteignent même des valeurs légèrement nocives » et par conséquent pencher vers une intoxication? C'est là un problème du

(*) Nous remercions très vivement MM. Delattre et Martin, de l'I.R.C.T., qui, pendant notre mission, nous ont apporté une aide amicale et compétente.

ressort des pédologues et des physiologistes, sur lequel nous ne nous prononcerons pas; tout au plus pouvons-nous affirmer que la « fanaison » n'a pas une cause parasitaire.

Sur les sables roux, si la végétation est parfois inégale et si l'on observe des zones où les cotonniers sont moins vigoureux, on ne retrouve pas une telle fanaison qui semble bien liée aux alluvions limoneuses. Cinq prélèvements effectués dans les sables roux n'ont permis de rencontrer aucun nématode phytoparasite.

Le FLÉTRISSEMENT de la RÉGION de TULÉAR

DESCRIPTION DE L'AFFECTION

Les cotonniers atteints sont répartis, non en taches régulièrement définies, comme dans le cas de la « fanaison », mais groupés dans des zones plus ou moins diffuses où quelquefois près de .60 % des pieds sont malades. Souvent, deux ou trois sont attaqués en suivant un rang; puis plusieurs pieds sains se succèdent avant de rencontrer de nouveau un ou plusieurs pieds malades.

Les cotonniers malades présentent les symptômes suivants : ils sont généralement plus petits que les pieds voisins, tout au moins en fin d'évolution de la maladie, ce qui indique que leur croissance est ralentie dès le début de l'infection; les entre-nœuds des rameaux secondaires sont d'ailleurs raccourcis. Les feuilles commencent par jaunir, les zones internervaires palissant les premières; les feuilles séchent ensuite et restent parfois attachées au rameau, mais le plus souvent elles tombent assez rapidement, bien avant la mort du pied, celui-ci pouvant d'ailleurs émettre de nouvelles feuilles, plus petites que les feuilles normales, principalement aux entre-nœuds du bas de la tige. Après la chute des feuilles, la tige et les diverses branches commencent à brunir au sommet, ce brunissement s'accroissant en gagnant vers le bas. En fin d'évolution, les cotonniers, noirs, secs, semblent avoir été brûlés.

Symptômes internes : si l'on fend en deux la tige et la racine principale d'un pied en fin de maladie, trois cas peuvent se présenter :

— les tissus internes paraissent normaux, sans coloration particulière, ce qui est le cas le plus fréquent.

— il existe un brunissement médullaire marqué remontant généralement depuis une pourriture de la racine principale ou d'une des grosses racines secondaires. Ce brunissement est strictement localisé à la moelle.

— on observe une moelle normale, mais les tissus ligneux présentent de grandes plages brunâtres ou beige foncé, très inégalement développées suivant la circonférence de la tige, brunissement signalé par DELATTRE et ressemblant beaucoup à celui considéré, à tort ou à raison, comme caractéristique du wilt à *Fusarium vasinfectum*.

Au début de notre étude, nous avons essayé de relier ces trois types différents de symptômes, ou d'absence de symptômes internes, aux différences observées dans les symptômes externes, notamment au fait que les feuilles desséchées restent ou non attachées à la tige et à la repousse ou l'absence de repousse de nouvelles feuilles après le dessèchement des premières. En fait, aucune corrélation bien nette ne semble exister quant à la chute des feuilles séchées, par contre, pour la repousse de nouvelles feuilles, celle-ci n'a lieu que dans le cas d'absence de symptômes internes ou de pourriture médullaire, mais jamais dans

celui de brunissement ligneux. Le « flétrissement » devrait donc plutôt se nommer « les flétrissements », étant donné les différences symptomatiques qui se présentent, mais l'individualisation des différents types d'attaques n'est pas encore possible; aussi entendons-nous « flétrissement » dans un sens collectif.

Cette affection a été observée principalement à Ankilimalinika (concession Raccaud), où plusieurs des zones malades atteignaient 30 à 40 mètres de diamètre. À Miary, dans les champs indigènes, on la retrouve également, mais ici les taches sont encore beaucoup moins nettes; souvent, deux ou trois pieds contigus sont atteints dans un champ et il faut parcourir une centaine de mètres pour en retrouver d'autres. À Betanimena, dans les champs expérimentaux de l'I.R.C.T., aucun pied atteint ne fut remarqué, bien qu'une tache nettement caractérisée ait été observée l'année précédente.

En résumé, cette affection semble, pour l'instant, n'atteindre qu'un nombre très faible de plants et les dégâts qu'elle occasionne sont sans rapport avec la gravité des attaques d'insectes. Cependant, il a été très prudent et logique de s'alarmer immédiatement au moment de son apparition, car sa ressemblance avec le wilt pouvait faire craindre un grave danger pour l'avenir des cultures cotonnières de cette région.

LES CAUSES DU FLÉTRISSEMENT

Les champignons

En 1956, deux envois successifs de pieds atteints de flétrissement avaient été effectués à M. le Pr. GUILLEMAT, de Grignon. Les champignons isolés furent les suivants, par ordre de fréquence décroissante :

Fusarium scirpi var. *caudatum*,

» *equiseti* var. *bullatum*,

» *moniliforme*,

» *oxysporum* var. nov.

Champignon stérile à microscélérotés,

Botryodiplodia theobromae,

Phoma sp.

M. le Pr. GUILLEMAT (1956), d'après cette flore parasitaire, déclare : « Nous sommes en présence d'une flétrissure due à un complexe fusarien à dominance de *Fusarium scirpi* var. *caudatum*, je pense qu'il ne s'agit pas là d'une introduction, mais de la constitution sur place d'un complexe biologique pathogène. Il faudrait voir s'il n'existe pas une cause primaire ou favorisante (nématodes, carence, etc.) ».

Nous avons effectué plusieurs séries d'isolements à partir de racines et de tiges de pieds présentant une pourriture médullaire et de pieds à brunissements ligneux. Pour les premiers, les cultures obtenues ont été si rapidement submergées par des colonies de bactéries diverses, que dans les conditions précaires où nous travaillions, il ne nous a pas été possible d'isoler et de sauver les champignons présents. Pour les seconds, une espèce fongique se retrouvait constamment, qui fut par la suite identifiée par M. BARAT à *Fusarium solani* sensu Snyder et Hansen, espèce paraissant se rapprocher de *F. solani* (Mart.) App. et Wr. var. *minus* Wr.

Il ne s'agit donc pas là d'une des espèces rencontrées par GUILLEMAT. Cela ne semble pas tellement étonnant, et GUILLEMAT lui-même écrit : « En examinant les fréquences [des différentes espèces de *Fusarium*] obtenues, je pense que celles-ci ont une valeur relative qui n'est représentative que du moment où est effectué l'isolement ».

Il semble donc bien que les cotonniers soient infectés par plusieurs espèces fusariennes, la proportion, la présence même de chacune d'entre elles pouvant être assez variable. Il s'agit certainement là d'attaques d'espèces banales dans le sol, non spécifiques, très répandues, se trouvant occasionnellement sur cette plante et non d'un cas de parasitisme strict de la part d'une espèce inféodée à un hôte donné. Dans le cas de telles attaques, on pense généralement à l'action d'un facteur primaire, sol ou nématodes.

Le sol

Lors de sa mission, en mai 1956, DIDIER DE SAINT-AMAND examine plusieurs profils à Betanimena et Ankilimalinika, dans des zones atteintes ou ayant été atteintes de flétrissement et comparativement dans des zones saines. La conclusion des analyses chimiques et physiques des échantillons de sol récoltés est que, dans l'un et l'autre endroit, les seules différences significatives, quoique légères, entre sol portant des pieds malade et sol portant des pieds sains, jouent sur l'alimentation en eau de la plante. A Betanimena, les « sols à cotonniers dépérissant sont plus poreux en profondeur et possèdent davantage de sels solubles en surface ». A Ankilimalinika, le « limon est moins abondant en zone malade » ainsi que l'humus; enfin, « les sels solubles sont en général plus abondants dans les zones malades que dans les zones saines, mais n'atteignent jamais des valeurs nocives ».

DIDIER DE SAINT-AMAND conclut : « Les taches de mauvaise végétation ne sont pas dues au sol. Si ce dernier intervient, il n'a qu'un rôle secondaire et indirect qui doit influencer l'absorption de l'eau par le végétal ».

Les nématodes

Les nématodes ont évidemment été l'objet principal de nos recherches. Au total, près de 150 analyses de sol et examens de systèmes radiculaires ont été effectués. Nous n'entrerons pas dans le détail fastidieux de chaque examen et ne rendons compte ici que des observations générales et des conclusions qui peuvent se dégager de cette étude.

Les espèces phytoparasites présentes sont les suivantes, classées par ordre de fréquence décroissante :

Pratylenchus delattrei n. sp.,

Hoplolaimus seinhorsti n. sp.,

Criconemoides citri Steiner 1949,

Hemicyclophora membranifer (Micoletzky 1925) Thorne 1955,

Helicotylenchus nannus Steiner 1945.

Notons également la présence fréquente d'*Aphelenchus avenae* Bastian 1865, en y ajoutant les réserves émises plus haut quant à son parasitisme réel.

Pratylenchus delattrei n. sp.

Cette espèce est de loin la plus abondante et la plus fréquente des phytoparasites; c'est elle qui fut observée par DADANT, car c'était la seule présente sur l'échantillon de racines qu'il nous envoya alors à fin de détermination. On la retrouve dans tous les échantillons de sol, que ce soit au voisinage des pieds sains ou des pieds malades, de Betanimena, Miary et Ankilimalinika. Par contre, nous avons vu qu'elle était absente à la station du Bas-Mangoky et d'autre part des échantillons de pieds malades provenant de Mahabo n'ont pas permis non plus d'y noter sa présence. On retrouve également cette espèce dans le système racinaire de tous les pieds flétris examinés et dans celui des trois quarts des pieds sains.

Dans le cas de pieds flétris, on observe, après arrachage minutieux du système racinaire, qu'une partie du chevelu est détruite; les fines radicelles restantes sont marquées de petites ponctuations rougeâtres, peu allongées, représentant les points d'entrée des *Pratylenchus*. En colorant les radicelles à la fuchsine acide, on observe des juvéniles et des femelles adultes de cette espèce, entièrement logés à l'intérieur du parenchyme cortical, enroulés sur eux-mêmes ou, le plus fréquemment, allongés contre le cylindre central; les cellules entourant les animaux sont lésées et envahies de matière gommeuse brune. Notons que cette espèce ne comporte pas de mâles. Dans le cas de pieds ne présentant pas de symptômes externes de flétrissement, le chevelu racinaire est plus abondant; les *Pratylenchus* sont également présents, dans la même situation, à l'intérieur du parenchyme cortical, en quantité moindre, peut-être, quoique cela soit difficile à apprécier.

Les plus forts peuplements de *Pratylenchus* dans le sol ont été trouvés dans des zones à flétrissement (parcelle 4 de la concession Raccaud, notamment), mais dans ces zones, le peuplement était sensiblement le même au voisinage des pieds sains et des pieds flétris.

Dans l'ensemble, le nombre de *Pratylenchus* rencontrés, aussi bien dans le sol que dans les racines, est faible, comparativement aux symptômes externes observés, amenant la mort des pieds. Sur les radicelles, on ne trouve que quelques individus au cm; les seules marques de leur activité sont les petites ponctuations brunâtres; on ne rencontre pas, comme dans le cas d'attaques massives de *Pratylenchus* d'espèces diverses sur d'autres plantes, de déformations de l'extrémité racinaire qui devient géniculée, de repousses successives, par suite de destruction du méristème apical donnant aux racines atteintes un aspect digité. Même dans les cas d'attaques caractérisées où plusieurs milliers d'individus sont présents dans le système racinaire (alors que sur les cotonniers nous avons au plus rencontré 200 individus par pied), la mort de la plante n'est pas inéluctable; il faut pour cela une destruction pratiquement totale du chevelu racinaire, alors qu'ici on peut chiffrer à un quart au plus la portion détruite sans d'ailleurs que l'on puisse affirmer que ce soit là uniquement le fait des nématodes. Les observations effectuées sur les maïs de Betanimena montrent que cette plante peut contenir, à volume racinaire égal, une quantité cinquante fois plus grande de *Pratylenchus*, sans apparemment en souffrir et sans que son système racinaire paraisse particulièrement lésé; corrélativement, la quantité de *Pratylenchus* dans le sol au voisinage des racines de maïs est beaucoup plus élevée qu'au voisinage des racines de cotonniers, même flétris. Il faut évidemment faire la part d'une éventuelle différence de sensibilité entre les deux végétaux; mais si le cotonnier était un hôte de choix pour *Pratylenchus*, sa pullulation serait certainement mieux favorisée par cette plante.

De ces observations, il semble bien ressortir que le parasitisme de *Pratylenchus delattrei* est un parasitisme accidentel. Cette espèce est très répandue dans le sol de la région de Tuléar où elle attaque des plantes sauvages comme *Abutilon asiaticum* et *Corchorus acutangulus*; sa présence est favorisée par la culture du maïs, celle du sorgho, plante également sensible, pouvant jouer le même rôle. Elle a trouvé un hôte dans le cotonnier, mais il ne semble pas que son parasitisme nuise réellement à cette plante. En d'autres termes, si son parasitisme est probant, sa pathogénicité est faible. Qu'elle contribue à l'affaiblissement du cotonnier en détruisant une partie du chevelu racinaire et en nuisant ainsi à l'alimentation en eau et en matières solubles est évident, qu'elle joue un rôle introducteur favorisant la pénétration des différents *Fusarium* isolés de plants affaiblis est probable, mais qu'elle soit la cause unique directe ou même principale du flétrissement est extrêmement douteux sinon improbable.

***Hoplolaimus seinhorsti* n. sp.**

Cette nouvelle espèce, uniquement représentée par des femelles, a été rencontrée à Miary, Betanimena et Ankilimalinika, aussi bien dans le sol au voisinage de cotonniers dépérissants que de cotonniers sains. Sa présence n'est toutefois pas aussi constante que celle du *Pratylenchus* et on ne la retrouve que dans 30 % des échantillons environ. Dans ceux-ci, elle est notablement moins abondante que le *Pratylenchus* (20 % environ); un seul échantillon provenant du voisinage de racines de pied flétri à Miary (parcelle 3) a montré une population abondante de cette espèce, accompagnée d'un petit nombre seulement de *Pratylenchus* et de quelques *Criconemoides citri*.

Dans les racines de cotonnier, nous n'avons observé que quelques individus (pied flétri, parcelle 2, Ankilimalinika). Ils sont complètement engagés dans le parenchyme cortical et allongés contre le cylindre central.

Dans le cas de *Hoplolaimus seinhorsti* également, si le parasitisme est démontré, la pathogénicité semble faible. Les mêmes conclusions que celles données pour *Pratylenchus delattrei* sont valables ici : contribution probable à un affaiblissement des plantes, rôle d'introducteur possible, mais certainement pas cause directe du flétrissement observé.

Hoplolaimus seinhorsti est donc, vis-à-vis de ce flétrissement du cotonnier, dans la même situation que *H. proporicus* Goodey 1957 vis-à-vis du « blast » du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). On rencontre en effet cette dernière espèce en petit nombre dans les fines racines des palmiers malades et des palmiers sains. Des observations de BULL (1954), il ressort que plusieurs champignons sont associés, en Nigeria, à cette maladie dont ils sont probablement la cause. En Côte d'Ivoire, nous avons également rencontré *H. proporicus* dans les racines de palmiers à huile sains et atteints de « blast ». Nous verrons plus loin qu'en dehors de ces points communs dans le parasitisme, de très grandes ressemblances morphologiques existent entre ces deux espèces tropicales du genre *Hoplolaimus*.

***Criconemoides citri* Steiner 1949**

Quelques individus appartenant à cette espèce ont été rencontrés dans deux échantillons de sol pris au voisinage de pieds flétris à Miary.

Cette espèce semble banale à Madagascar où elle a été également rencontrée au voisinage de racines de bananier, de canne à sucre et de manioc. Elle ne semble pas avoir d'importance économique. Les *Criconemoides*, d'ailleurs, dans leur ensemble, quoique parasites, sont doués d'une faible pathogénicité et n'agissent généralement qu'en compagnie d'autres phytoparasites; ils ne représentent qu'un faible pourcentage de la population parasite totale.

***Hemicycliophora membranifer* (Micoletzky 1925) Thorne 1955**

Trois femelles de cette espèce furent trouvées dans des échantillons de sol au voisinage des pieds malades, à Miary.

***Helicotylenchus nannus* Steiner 1945**

Quelques femelles appartenant à cette espèce furent rencontrées dans un échantillon de sol de Betanimena, au voisinage des pieds flétris.

Le rôle des nématodes et les causes du flétrissement

Sur les cinq espèces rencontrées, deux seulement, *Pratylenchus delattrei* et *Hoplolaimus seinhorsti*, par leur relative constance dans les échantillons provenant de pieds flétris et le nombre de leurs individus, peuvent être raisonnablement supposées en relation avec le flétrissement.

Ce qui est remarquable, c'est que ces deux espèces se retrouvent également dans le sol et dans les racines de cotonniers apparemment sains. Pour vérifier ce fait, nous avons effectué, à Miary, Betanimena et Ankilimalinika, des prélèvements de racines dans des zones saines et en choisissant à dessein les cotonniers les plus verts et les plus vigoureux : dans 50 % des cas, nous avons retrouvé le *Pratylenchus* et dans 20 % *Hoplolaimus seinhorsti*; les individus sont en nombre plus faible que dans le système racinaire des pieds flétris, mais nous ne pensons pas que cette différence dans le nombre des nématodes puisse suffire à faire passer un pied de l'état le plus vigoureux à celui de pied entièrement séché; il faudrait accorder au pouvoir parasitaire de ces espèces une puissance dont on n'a pas encore d'exemple dans ce groupe et celui-ci accompagné d'un seuil léthal, ce qui serait nouveau, car normalement les symptômes externes sont grossièrement proportionnels au nombre de nématodes présents dans les racines.

Des échantillons de sol contenant *Pratylenchus delattrei* et *Hoplolaimus seinhorsti* avaient été envoyés à notre laboratoire de l'I.D.E.R.T. d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Les populations ont été multipliées sur maïs qui s'est révélé un excellent hôte pour les deux espèces, bien que *H. seinhorsti* n'ait pas été rencontré sur maïs à Madagascar. Des cotonniers de la variété Acala 4-42 furent semés ensuite sur les buses contenant le sol infesté. Leur croissance fut tout à fait normale, aucun symptôme de flétrissement n'apparut et les pieds produisirent normalement fleurs et capsules. Après arrachage du système racinaire, des examens montrèrent la présence d'individus appartenant aux deux espèces dans les fines radicules.

Nous pensons donc que les nématodes ont un rôle direct faible dans les troubles de la plante et qu'ils ne constituent pas seuls la cause du flétrissement.

Quelle est donc la cause de celui-ci ? Nous avons vu que les mycologues considèrent les espèces rencontrées comme secondaires, les pédo-

logues le rôle du sol comme indirect et son action lointaine, et que les nématodes semblaient incapables seuls d'expliquer l'affection. Faut-il chercher une quatrième cause jusque là passée inaperçue ? Nous ne le pensons pas et émettons plutôt l'hypothèse que les 3 facteurs, sol, nématodes et champignons, jouent leur rôle dans cette affection et que c'est leur action combinée qui amène un état morbide chez les cotonnier.

Dans cette affection, le rôle des champignons nous semble toutefois primordial, comme le révèle le succès obtenu dans l'éradication d'une tache de flétrissement à Betanimena par DELATTRE en 1956. Rappelons les faits : une zone de 5 à 6 mètres de diamètre porte à cette époque des pieds flétris; ceux-ci sont arrachés ainsi que les pieds sains situés sur le pourtour de la tache, tous les débris sont soigneusement ramassés et brûlés; puis on épand une poudre à base de produit organo-mercurique, à la dose extrêmement forte de près d'un kilo au m²; un labour léger enfouit cette poudre. En 1957, sur l'emplacement de cette tache, on ne retrouve aucun pied flétri; les cotonniers présents sont même, à l'œil, plus vigoureux que les voisins. Une série de prélèvements de sol à l'intérieur et à l'extérieur de cette ancienne tache, des examens corrélatifs du système racinaire des cotonniers, dans les deux cas, montrent que les nématodes (*Pratylenchus* et *Hoplolaimus*) sont présents en quantités sensiblement équivalentes dans la zone traitée et à l'extérieur.

A Ankilimalinika, les cotonniers avaient, en 1956, été arrachés sur deux taches, les débris brûlés, mais aucun traitement aux organo-mercuriques n'avait eu lieu; sur ces deux taches, le flétrissement a reparu en 1957.

Il semble donc bien que les organo-mercuriques soient les responsables du succès observé à Betanimena et que ce soit à leur qualité fongicide qu'il faille l'attribuer. Ce point est d'autant plus important que l'on tient là une méthode d'éradication des foyers de flétrissement qu'il serait intéressant de mettre en application avant que ceux-ci ne s'étendent.

La seule tache de flétrissement ayant disparu entre les deux campagnes de 1956 et 1957 étant celle traitée avec un fongicide, le rôle primordial des champignons dans cette affection semble en être souligné. *Pratylenchus delattrei* et *Hoplolaimus seinhorsti*, présents dans toute la zone cotonnière de la région de Tuléar, pourraient d'ailleurs fort bien servir d'introducteurs aux différents *Fusarium* rencontrés. Il est peu d'exemples, en effet, de *Fusarium* pouvant entrer seuls dans les racines; ils profitent généralement des blessures du système souterrain et celles infligées par les nématodes ne sont pas négligeables. Rappelons que, dans le cas du « wilt » du cotonnier, il a été récemment démontré (HOLDEMAN et GRAHAM, 1954) que les Nématodes étaient le facteur primaire de l'infection par *Fusarium vasinfectum*; dans une série d'expériences, des cotonniers sont semés dans du sol stérilisé d'une part, et dans du sol stérilisé contenant une population du nématode *Belonolaimus gracilis*. Ensuite, chacun de ces deux lots est séparé en deux et chaque moitié reçoit une suspension de spores de *Fusarium vasinfectum*; pour les quatre traitements, les résultats sont les suivants :

Nématodes 0	<i>Fusarium</i> 0 :	0 % de wilt.
Nématodes +	<i>Fusarium</i> 0 :	1,2 % de wilt.
Nématodes 0	<i>Fusarium</i> + :	2,5 % de wilt.
Nématodes +	<i>Fusarium</i> + :	69,0 % de wilt.

On voit que, si le rôle direct des Nématodes est négligeable, leur rôle indirect comme introducteurs du champignon parasite est déterminant.

**

Notre court séjour dans la région cotonnière de Madagascar nous a donc permis d'observer que les nématodes rencontrés dans les zones où sévit le flétrissement ne pouvaient seuls être considérés comme la cause de cette affection. Le rôle des deux principales espèces, *Pratylenchus delattrei* et *Hoplolaimus seinhorsti*, comme introducteurs des champignons présumés responsables du flétrissement, reste possible.

La nature du sol dans les taches malades, favorisant une déficience en eau, peut avoir une action positive sur les infections par les divers *Fusarium*. Rappelons à ce sujet que MEIFFREN (1957), travaillant en Côte d'Ivoire sur la trachéomycose du caféier, n'obtient d'infections positives des jeunes caféiers par *Fusarium xylarioides* que si les racines sont suffisamment desséchées.

Nature particulière du sol dans les taches et nématodes peuvent donc être des facteurs concourant à l'infection par les champignons, et c'est, à notre avis, sous l'angle mycologique que l'étude du flétrissement devrait être maintenant abordée. Plus tard, lorsque sera précisée l'identité du ou des champignons en cause, des expériences mixtes, nématodes et champignons, pourront être mises en place à Madagascar, afin de déterminer le rôle introducteur possible des nématodes.

En attendant, une surveillance devra être exercée sur les taches de flétrissement; leur éradication à l'aide de produits organo-mercuriques devrait même être envisagée, les essais dans ce sens ayant été très encourageants.

Cette affection n'a actuellement qu'une importance économique minime, mais la culture du cotonnier est elle-même à ses débuts à Madagascar et une extension future de la maladie en même temps que celle des cultures est toujours à redouter. Mieux vaudrait tenter de supprimer dès maintenant les foyers infectieux en nombre encore très limité.

Descriptions des espèces nouvelles et précisions sur *Hemicycliophora membranifer*

Hoplolaimus seinhorsti n. sp.

Dimensions : 12 ♀ ♀ L = 1,000 - 1,382 mm. a = 25,4 - 40,0; b = 5,2 - 7,5; c = 46,0 - 68,9. V. = 50,8 - 57,5 %.

Description : Corps cylindrique, peu effilé dans le 1/5 antérieur, adoptant, quand les individus sont fixés, un habitus en arc de cercle très largement ouvert. Cuticule marquée par des anneaux de 2 μ de large. Sur la queue, les anneaux sont brisés sur une ligne latérale; cette ligne se prolonge plus ou moins antérieurement, suivant les individus; sur certains d'entre eux seulement, et non sur toute la longueur du corps, on peut apercevoir une ligne longitudinale latérale très fine et irrégulière; mais, sur la plupart des individus, cette ligne n'existe pas; les anneaux s'estompent au contraire progressivement en s'éloignant des faces dorsale et ventrale et sont indistinguables au niveau latéral; des examens en vue ventrale et dorsale démontrent fort bien cette particu-

larité. Striation sous-cuticulaire de fréquence double, elle aussi généralement interrompue latéralement.

Lèvres hémisphériques, séparées du corps par une incisure profonde, comportant quatre anneaux, les deux intérieurs plus fins et le postérieur seul divisé en une série de blocs. Sclérotisation interne bien développée conférant en transparence une couleur jaunâtre à la région labiale. Stylet conforme au genre, long de 40-45 μ , les deux parties de longueur à peu près égale; boutons basaux peu détachés, présentant chacun vers l'avant deux pointes émoussées séparées par 2 ou 3 petites dents, pas toujours nettes.

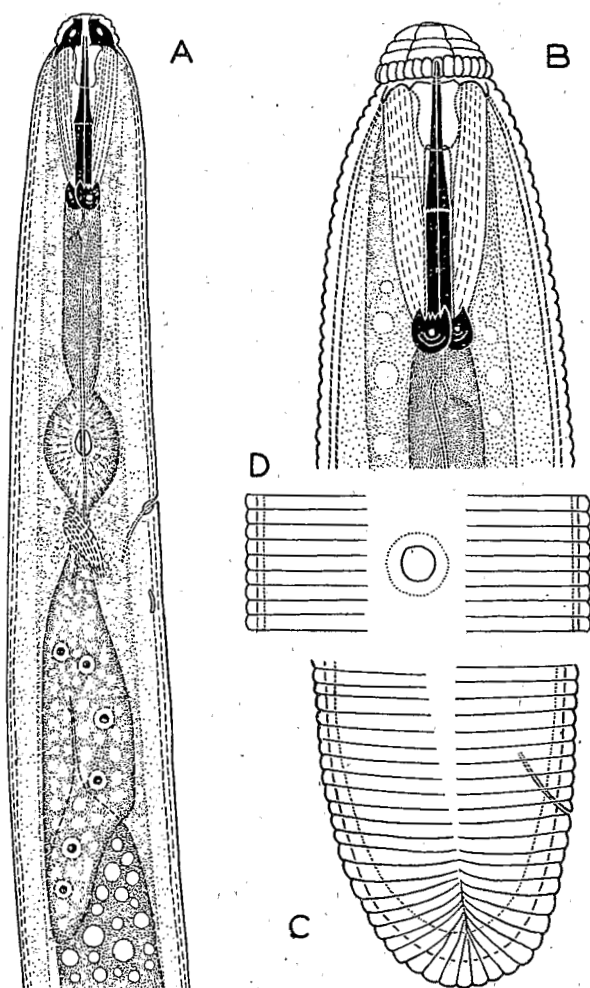


Planche I. — *Hoplolaimus seinhorsti* n. sp.

A : Portion œsophagienne - B : Détail de la partie antérieure - C : Queue -
D : Structure la plus fréquente de l'annélation au niveau d'une phasmide.

(Gross. : A x 550 - B, C, D : x 1000)

Ouverture de la glande œsophagienne dorsale à 4-5 μ de la base du stylet; procœpus cylindrique; bulbe médian ovale occupant la moitié du diamètre correspondant; partie glandulaire basale allongée recouvrant dorsalement le début de l'intestin sur une longueur variable mais généralement faible; cette portion glandulaire possède 6 noyaux. Pore excréteur débouchant à 109-123 μ de l'avant au niveau de l'anneau nerveux, c'est-à-dire immédiatement derrière le bulbe œsophagien médian. Hémizonide situé à 19-21 μ en arrière du pore excréteur.

Vulve située au milieu du corps ou un peu postérieurement (50,8 - 57,5 %). Ovaire double, droit, sans spermathèque. Œufs non observés.

Phasmes grosses, de 4-5 μ de diamètre, très réfringentes, erratiques: la position de la phasme antérieure varie de 26 à 38 % de la longueur du corps; celle de la phasme postérieure de 79 à 90 %; suivant les individus, c'est indifféremment la phasme droite ou gauche qui est antérieure.

Queue hémisphérique, de longueur variable, mais celle-ci toujours inférieure à la largeur anale. Les anneaux cuticulaires s'y rejoignent latéralement. De l'anus à l'extrémité caudale on compte 11 à 17 anneaux.

Hôte type : *Gossypium hirsutum* L., var. Acala 4-42.

Localité type : Miary, près de Tuléar (Madagascar).

Holotype : Lame 01; Laboratoire de Nématologie I.D.E.R.T., Abidjan (Côte d'Ivoire). Paratype déposé au Laboratoire de Nématologie I.P.O., Wageningen (Pays-Bas).

Nous avons comparé *H. seinhorsti* avec les deux seules autres espèces que comporte maintenant le genre *Hoplolaimus* Daday 1905, depuis les travaux de LOOF et OSTENBRINK (1958) et de ANDRASSY (1958) : *H. tylenchiformis* Daday 1905 (= *H. coronatus* Cobb. 1923), en provenance de Floride (leg. Seinhorst), et *H. proporicus* Goodey 1957, dont nous possédions des échantillons provenant de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) de Côte d'Ivoire et de bananier (*Musa sapientum* var. Gros Michel) du Cameroun.

H. seinhorsti n. sp. se différencie de *H. tylenchiformis* par l'absence de champ latéral ou sa réduction à une seule ligne irrégulière et discontinue, l'absence de mâles, celle de spermathèque chez la femelle et la position très antérieure du pore excréteur; ce dernier caractère lui est au contraire commun avec *H. proporicus*; toutefois, chez *H. seinhorsti*, le pore est moins antérieur et la distance entre pore et hémizonide moins grande. *H. seinhorsti* se sépare également de *H. proporicus* par son anneau labial basal divisé en blocs, la présence de 6 noyaux (dont 4 au moins sont toujours visibles) dans la partie postérieure de l'œsophage, enfin par l'absence de mâles et celle de spermathèque chez la femelle.

Notons que, chez *H. proporicus*, si les anneaux sont continus sur le champ latéral, ils semblent moins marqués à ce niveau que sur les faces dorsale et ventrale et que l'on observe parfois également une fine ligne latérale longitudinale.

Pratylenchus delattrei n. sp.

Dimensions : 13 ♀♀ L = 0,386 - 0,470 mm. a = 20,4 - 25,8; b = 3,7 - 4,8; c = 18,0 - 22,3; V. = 72,7 - 80,5 % (moy. 75,3 %).

Description : Cuticule striée transversalement; anneaux d'environ 1 μ de large. Champ latéral marqué par 4 incisures occupant environ le tiers du diamètre du corps en son milieu; les quatre incisures se prolongent sur la queue après la phasmide, qui est située à la moitié de celle-ci ou très peu postérieurement. Queue amincie, à extrémité régulièrement arrondie et sans striations.

Région labiale non séparée du corps présentant 2 striations (3 anneaux); bords arrondis. Sclérotisation interne bien développée; plaque basale bombée vers l'avant, s'étendant sur un anneau labial; sclérotisations latérales dépassant le premier anneau du corps. Guide du stylet s'étendant sur 4 anneaux à partir de la plaque basale. Stylet long de 16,5-18 μ ; boutons basaux bien développés, plans antérieurement.

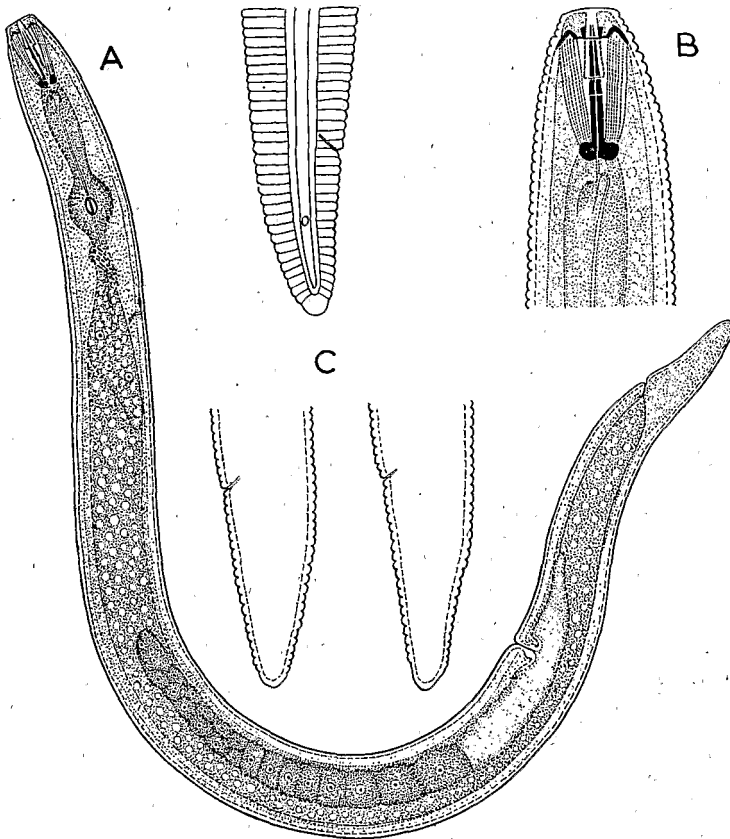


Planche II. — *Pratylenchus delattrei* n. sp.

A : Animal entier - B : Détail de la partie antérieure
C : Variations dans la forme de la queue
(Gross. : A x 550 - B, C : x 1150)

Glande œsophagienne dorsale débouchant à 2,5-3 μ de la base du stylet. Pore excréteur situé à 15,6-19,0 % de la longueur totale; à environ égale distance du centre du bulbe médian et de l'extrémité postérieure de l'œsophage. Partie œsophagienne glandulaire basale recouvrant ventralement l'intestin sur une longueur variable.

Ovaire unique, n'atteignant pas l'œsophage. Ovocytes sur un seul rang, sauf dans la partie proximale. Spermathèque non observée. Vulve généralement située aux trois-quarts de la longueur du corps. Œufs non observés.

Mâle : inconnu.

Hôte type : *Gossypium hirsutum*, var. Acala 4-42.

Lieu type : Miary, près Tuléar (Madagascar).

Holotype : Lame 160; Laboratoire de Nématologie I.D.E.R.T., Abibjan (Côte d'Ivoire).

Diagnose : *Pratylenchus delattrei* n. sp. se rapproche de *P. thornei* Sher et Allen 1953 et de *P. subpenetrans* Taylor et Jenkins 1957 par le développement de la sclérotisation céphalique et notamment par l'extension postérieure de la plaque basale. Cette nouvelle espèce se sépare de la première par sa taille nettement plus petite, les plus grands individus atteignant juste la longueur des plus petits de *P. thornei*; elle s'en différencie surtout par la forme de sa queue régulièrement arrondie à l'extrémité et non tronquée-arrondie, ainsi que par l'absence de rétrécissement du corps au niveau post-vulvaire. Elle se sépare de *P. subpenetrans* essentiellement par l'absence de mâles, celle de spermathèque chez la femelle et la position légèrement plus antérieure de la vulve (75 % contre 80 %). Proche de *P. zae* Graham 1951, *P. delattrei* s'en sépare par sa queue beaucoup moins effilée, le développement plus grand de la sclérotisation céphalique et la position postérieure de la vulve (75 % contre 70 %).

Nous avons noté qu'en dehors du cotonnier, *P. delattrei* parasite également le maïs (*Zea mays* L.), le sorgho (*Sorghum vulgare* Pers.), *Abutilon asiaticum* D. Don et *Corchorus acutangulus* Lam.

***Hemicycliophora membranifer* (Micoletzky 1925) Thorne 1955**

= *Procriconema membranifer* Micoletzky 1925

= *Hemicycliophora typica* De Man 1921 apud Loos 1948

Longtemps considérée comme synonyme de *Hemicycliophora typica* De Man 1921, cette espèce fut rétablie par THORNE (1955) comme nettement distincte, par suite de l'ornementation cuticulaire de la femelle très différente chez les deux espèces. *H. membranifer* a déjà été rencontrée en milieu tropical par Loos (1948) sous le nom de *H. typica*.

Nous donnons ci-dessous une brève description des trois femelles rencontrées au voisinage des racines de cotonnier. Nous n'avons pas observé de mâles, toujours beaucoup plus rares que les femelles dans ce genre, mais la spermathèque, bien développée chez les femelles et remplie de spermatozoïdes, prouve l'existence de ceux-ci, observés par Loos d'ailleurs (cf. Luc, 1958).

Dimensions : 3 ♀♀ L = 0,613 - 0,623 mm. a = 19,4 - 21,1; b = 5,2 - 5,3; c = 9,0 - 12,2. V. = 82,7 - 84,5 %.

Description : Corps marqué de 198 - 200 anneaux de 4 μ de large en moyenne, au milieu du corps. Cuticule larvaire très lâchement attachée au corps. Champ latéral marqué par deux séries de blocs rectangulaires s'étendant sur 1/3 du diamètre du corps environ; chacun de ces blocs peut parfois être recoupé longitudinalement par une ligne médiane; en dehors du champ latéral, des lignes longitudinales très marquées traversent de chaque côté les anneaux, les découpant en une série de blocs deux fois moins larges que ceux constituant le champ latéral. Région labiale comprenant deux anneaux faiblement marqués;

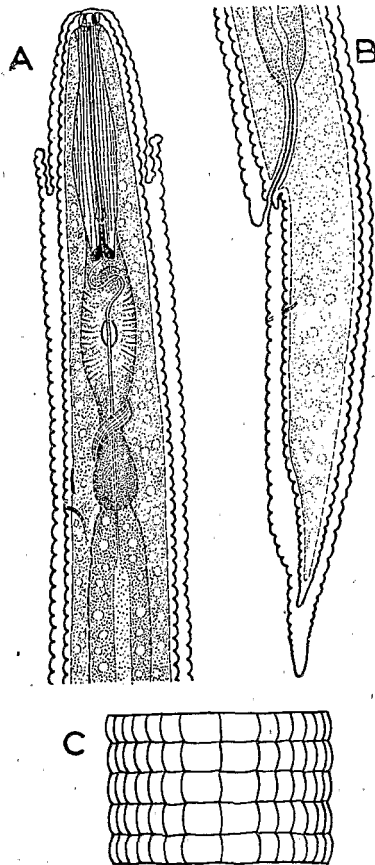


Planche III. — *Hemicycliophora membranifer* (Micoletzky 1925) Thorne 1955

A : Partie antérieure - B : Partie postérieure - C : Détail de l'ornementation cuticulaire au milieu du corps

(Gross. : A, B : x 550 - C : schématique)

disque labial occupant 1/3 de la largeur labiale. Stylet fin, long de 56-59 μ , s'étendant sur 18-20 anneaux; boutons basaux moyennement développés, dirigés vers l'arrière. Œsophage typique du genre s'étendant sur 37-40 anneaux. Pore excréteur situé sur le 40^e anneau. Hémizonide très plat, large de 2 anneaux, situé deux anneaux en avant du pore excréteur. Anneau nerveux très gros. Tractus génital long de 340-410 μ ; ovaire peu large avec des ovocytes situés sur un seul rang, sauf dans la zone de multiplication; spermathèque sphérique remplie de spermatozoïdes globulaires de 2 μ de diamètre; parois vaginales sclérotisées. Œufs non observés. Anus peu visible, situé 11 à 14 anneaux en arrière de la vulve. Partie post-vulvaire (« queue ») d'abord régulièrement conique puis légèrement concave.

H. membranifer se différencie aisément des deux autres espèces du genre, dont les femelles ont une cuticule ornée de lignes longitudinales :

H. penetrans Thorne 1955 comporte un nombre d'anneaux nettement plus grand (256-280 contre 198-200), le champ latéral n'est marqué que par une seule série de blocs rectangulaires, une vingtaine de lignes longitudinales ornent la cuticule, enfin la queue est régulièrement conoïde.

H. oostenbrinki Luc 1958 comporte également un plus grand nombre d'anneaux (226-259); le champ latéral est marqué par deux séries de blocs, mais ceux-ci sont carrés et n'occupent que 1/5 à 1/6 du diamètre du corps au lieu de 1/3, les lignes longitudinales sont plus nombreuses, mais beaucoup moins apparentes, enfin la queue est régulièrement amincie.

**

Nous tenons à remercier le Dr J. W. SEINHORST, qui nous transmis des lames de *Hoplolaimus tylenchiformis*, *Pratylenchus thornei* et *Pratylenchus zeae*, et qui a bien voulu revoir ce manuscrit.

Summary

During a visit to the south western part of Madagascar from February 28 to April 4, the author studied the wilting disease of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Two types of wilt could be distinguished :

1) A non parasitic wilt occurring on certain soils (grey alluvial soils) of the Experiment Station of Bas-Mangoky. It is probably caused by an unfavorable structure of the upper soil layers or by too high a concentration of chloride in certain areas.

2) A parasitic wilt associated with the presence of several *Fusarium* species (but not *F. vasinfectum*, the cause of the true cotton wilt). Various species of nematodes are found in the soil and in the cotton roots :

Pratylenchus delattrei n. sp., soil and roots,

Hoplolaimus seinhorsti n. sp., soil and roots,

Criconemoides citri Steiner 1949, soil,

Hemicycliophora membranifer (Micoletzky 1925) Thorne 1955.
soil,

Helicotylenchus nannus Steiner 1945, soil.

The first two species are the most widely spread. They occur on both diseased and healthy cotton plants. Therefore they cannot be considered as direct causing agents of the wilt, but their attack might facilitate the penetration of the different *Fusarium* in the roots.

In an appendix the writer describes and figures *Hoplolaimus seinhorsti* n. sp. and *Pratylenchus delattrei* n. sp. and gives some morphological details of the female of *Hemicyclophora membranifer*.

Bibliographie

- ANDRASSY I. (1958). — *Hoplolaimus tylenchiformis* Daday 1905 (syn. *H. coronatus* Cobb 1923) und die Gattungen der Unterfamilie Hoplolaiminae Filipjev 1936. *Nematologica*, 3, 44-56.
- BARAT H. (1956). — Rapport sur l'état sanitaire des cotonniers dans la province de Tuléar. 5 p. dact.
- BULL R.A. (1954). — A preliminary list of the oil palm diseases encountered in Nigeria. *J.W. Afr. Oil Palm Res. Inst.*, 2, 53-93.
- DELATTRE R. (1956). — Note succincte sur le flétrissement du cotonnier. 6 p. dact.
- DIDIER DE SAINT-AMAND R. (1956). — Contribution à l'étude des déficiences observées sur les cultures de coton dans le Sud-Ouest de Madagascar. *Rap. Sta. Agr. Lac Alaotra*, 145 p.
- GOODEY J.B. (1957). — *Hoplolaimus proporicus* n. sp. (Hoplolaiminae; Tylenchida). *Nematologica*, 2, 108-113.
- GUILLEMAT J. (1956). — Note concernant la recherche de l'agent pathogène responsable d'une flétrissure chez le cotonnier dans la région de Tuléar (Madagascar). 3 p. dact.
- HOLDEMANN Q.L. & T.W. GRAHAM (1954). — Effect of the sting nematode on expression of *Fusarium* wilt in Cotton. *Phytopathology*, 44, 684-685.
- LOOF P.A.A. & M. OOSTENBRINK (1958). — Die Identität von *Tylenchus robustus* De Man. *Nematologica*, 3, 34-43.
- LOOS C.A. (1948). — Notes on the free-living and plant parasitic nematodes of Ceylon, 3. *Ceylon J. Sci.*, 23, 119-124.
- LUC M. (1958). — Trois nouvelles espèces africaines du genre *Hemicyclophora* De Man 1921 (Nematoda; Criconeematidae). *Nematologica*, 3, 15-23.
- MEIFFREN M. (1957). — Les maladies du Caféier en Côte d'Ivoire. *Publ. Centre Rech. Agron. Bingerville*, 103 p.
- MICOLETZKY H. (1925). — Die freilebenden Süsswasser - und Moor - nematoden Dänemarks. *Mém. Acad. Roy. Sci. Lett. Danemark, Sect. Sci.*, 8^e sér., 10, 56-310.

- SHER S.A. & M.W. ALLEN (1953). — Revision of the genus *Pratylenchus* (Nematoda; Tylenchidae). *Univ. Calif. Public. Zool.*, 57, 441-470.
- STEINER G. (1945). — *Helicotylenchus*, a new genus of plant parasitic nematode and its relationships to *Rotylenchus* Filipjev. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, 12, 34-38.
- STEINER G. (1949). — Plant nematodes the grower should know. *Soil Sci. Soc. Flo., Proc.*, 4-B (1942), 72-117.
- TAYLOR D.P. & W.R. JENKINS (1957). — Variations within the nematode genus *Pratylenchus*, with the description of *P. hexincisus* n. sp. and *P. subpenetrans* n. sp. *Nematologica*, 2, 159-174.
- THORNE G. (1955). — Fifteen new species of the genus *Hemicyclophora* with an emended description of *H. typica* De Man (Tylenchida; Criconematidae). *Proc. Helm. Soc. Wash.*, 22, 1-16.

(Travail du Laboratoire de Nématologie de l'Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales d'Abidjan - Côte d'Ivoire.)